

**ISABEL PANEK PEREIRA  
KAROLINE DA SILVA OLIVEIRA PINTO**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA MAQUETE PARA REPRESENTAÇÃO DO  
SISTEMA NERVOSO CENTRAL - TRATO CÓRTICO ESPINHAL**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado por Isabel Panek Pereira e  
Karoline da Silva Oliveira Pinto, do curso  
de Fisioterapia, Setor Litoral, da  
Universidade Federal do Paraná.**

**Orientadora: Luciana Vieira Castilho  
Weinert.**

**MATINHOS**

**2010**

## DEDICATÓRIA

*Dedicamos este trabalho de conclusão de curso às nossas famílias, que em nenhum momento mediram esforços para realização dos nossos sonhos, que nos guiaram pelos caminhos corretos, nos ensinaram a fazer as melhores escolhas, nos mostraram que a honestidade e o respeito são essenciais à vida, e que devemos sempre lutar pelo o que queremos. A eles devemos nossa felicidade.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, nosso refúgio e força, onde sempre encontramos respostas para os nossos problemas.

As nossas famílias, por nos entender, por nos ajudar e por nos dar força.

A nossa mediadora Luciana pela orientação, por sempre estar pronta a nos atender, por sua dedicação, respeito e acima de tudo por acreditar em nossa capacidade.

Ao professor Clynton pela colaboração e dicas extremamente importantes.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	5
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	6
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	
2.1 SISTEMA NERVOSO	7
2.2 SISTEMA MOTOR	9
2.2.1 Córtex Cerebral	10
2.2.2 Núcleos Da Base	11
2.2.3 Cerebelo	12
2.2.4 Mesencéfalo	12
2.2.5 Ponte	12
2.2.6 Bulbo	13
2.2.7 Medula Espinhal	14
2.3 VIAS EFERENTES	16
2.4 VIAS MOTORAS PIRAMIDAIAS OU DIRETAS	17
2.4.1 Trato Córtico Espinhal	17
2.5 AS MAQUETES E SUA IMPORTÂNCIA NO ESTUDO DO SNC	18
2.5.1 Contribuição da maquete para o aprendizado	19
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	22
3.1 ETAPAS DA CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO	22
<b>4 DISCUSSÃO</b>	41
<b>5 CONCLUSÃO</b>	42
<b>REFERÊNCIAS</b>	43

## **DESENVOLVIMENTO DE UMA MAQUETE PARA REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL - TRATO CÓRTICO ESPINHAL**

**Isabel Panek Pereira<sup>1</sup>**

**Karoline da Silva Oliveira Pinto<sup>2</sup>**

**Luciana Vieira Castilho Weinert<sup>3</sup>**

### **RESUMO**

O presente artigo tem como objetivo geral representar a anatomia do Trato Córtico Espinhal (TCE) e aprofundar o estudo do mesmo, através da construção de uma maquete, bem como compreender sua neuro anatomia e seu funcionamento. Esse trato é uma via descendente do sistema nervoso central (SNC) e tem como principal função controlar os movimentos voluntários dos membros e tronco. Ele se origina no córtex motor e passa por estruturas como mesencéfalo, ponte e bulbo até entrarem na medula espinhal. Sendo assim, todas essas estruturas foram representadas na maquete afim de facilitar a compreensão tridimensional da via em questão, além de criar um modelo palpável da mesma. Por esta experiência observou-se que aprender de forma mais dinâmica é muito recompensador, principalmente quando se participa ativamente de todo o processo de construção do conhecimento. Contudo, houve uma soma de conhecimentos: os que vieram com a pesquisa bibliográfica e os que vieram com a construção da maquete, resultando em uma forma diferenciada de se aprender sobre o sistema nervoso central, mais especificamente o trato córtico espinhal.

**Palavras- Chave:** Vias eferentes, maquete, aprendizagem, construtivismo.

---

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Paraná – Setor Litoral

<sup>2</sup> Acadêmica do curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Paraná – Setor Litoral

<sup>3</sup> Mediadora - Professora da Universidade Federal do Paraná – Setor Litoral

## 1. INTRODUÇÃO

O Trato Córtico Espinhal (TCE) é o maior e mais importante sistema de fibras descendentes do cérebro humano. Ele é responsável por transmitir impulsos que controlam os movimentos voluntários (Garcia *et al*, 2007).

As fibras do TCE tem origem no córtex cerebral motor (principalmente área 4 de Broadmann) e descendem passando pelo mesencéfalo, ponte e bulbo. Nas pirâmides bulbares cerca de 90% das fibras do trato decussam. Ao entrarem na medula, as fibras que decussaram irão se rearranjar seguindo seu trajeto lateralmente na substância branca da medula espinhal. Essa nova formação passa a chamar-se Trato Córtico Espinhal Lateral e é responsável por controlar movimentos que dependem de habilidades dos membros, das mãos e dos pés. Já as fibras que não decussaram formarão o Trato Córtico Espinhal Anterior, pois suas fibras seguem seu trajeto por uma porção anterior na substância branca da medula espinhal. As fibras do Trato Córtico Espinhal Anterior terminam em músculos esqueléticos que controlam os movimentos do pescoço e de parte do tronco (TORTORA e GRABOWSKI, 2002).

Dada a importância funcional da estrutura em questão no presente trabalho, o objetivo principal do mesmo é a compreensão da neuroanatomia do TCE, bem como do seu funcionamento. Sendo que para isso foi necessário conhecer a anatomia e o funcionamento das estruturas a ele relacionados, como (principalmente) mesencéfalo, ponte, bulbo e medula espinhal. Depois de realizado o estudo bibliográfico necessário, o trabalho culminou na produção de uma maquete, cujo objetivo foi o de representar esse trato eferente do SNC, afim de facilitar, ainda mais, sua compreensão. Todo o planejamento e construção, tanto da revisão de literatura, como da maquete, fizeram com que o conhecimento e compreensão acerca do presente tema fosse realmente construído de acordo com a individualidade e características de cada um dos acadêmicos. Seguindo a lógica construtivista, que difere-se das demais por exaltar o sujeito como peça central na produção do seu próprio saber, sendo que cabe à ele (o sujeito) dar sentido e valores ao conhecimento que se está construindo. A idéia partiu da necessidade de compreender, não só esse tema específico sobre o TCE, mas a neurologia e neuroanatomia como um todo, devido à uma das áreas de estágio obrigatório que envolvia tal conteúdo. Depois de muitas orientações foi decidido especificar o TCE.

A realização desse trabalho foi algo inédito e de grande valia, pois facilitou a compreensão do assunto, além de utilizar-se de uma forma diferente de construir e compreender a construção do conhecimento.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 SISTEMA NERVOSO**

O sistema nervoso é responsável por manter a homeostasia do organismo, ou seja, é ele quem mantém o funcionamento das partes do corpo de forma equilibrada. É no sistema nervoso que chegam e saem informações, vindas da periferia e indo para ela, respectivamente. O sistema nervoso é todo composto por vários tipos de neurônios (GUYTON, 2006).

O neurônio é composto de três partes: 1. Corpo celular: nele encontram-se o núcleo envolto pelo citoplasma. O citoesqueleto inclui as neurofibrilas (que dão forma e sustentação à célula) e os microtúbulos (que participam do transporte de materiais entre o corpo celular e o axônio). Do corpo celular partem outras duas estruturas que compõem o neurônio, que são: 2. Dendritos: semelhantes à uma pequena árvore, são curtos e muito ramificados, responsáveis por receberem as informações, ou *inputs* (entradas), através dos potenciais de ação. 3. Axônio: projeção fina, cilíndrica e longa é responsável por conduzir os impulsos nervosos em direção à outra célula nervosa e informações provenientes da própria célula nervosa (TORTORA & GRABOWSKI, 2002).

A maioria dos axônios são envoltos por múltiplas camadas formadas por lipídios e proteínas, chamada bainha de mielina. Através desse envolto o axônio é isolado eletricamente, o que faz com que aumente a velocidade de propagação do impulso nervoso. A bainha de mielina é intervalada ao longo do axônio e o espaço entre uma porção e outra da mielinização é chamada nodos de Ranvier (TORTORA & GRABOWSKI, 2002).

A comunicação entre as células do sistema nervoso se dá através dos potenciais de ação. São eles que carregam as informações aferentes ou ascendentes (quando vêm da periferia para o sistema nervoso central) e eferentes ou descendentes (quando realizam o trajeto contrário, do sistema nervoso central para a periferia). Um potencial de ação pode ser desencadeado

por um estímulo mecânico (pressão, por exemplo), químico (neurotransmissores) ou elétrico. Potencial de ação nada mais é do que uma sequência de polarizações, despolarizações e repolarizações da membrana neural, devido à diferença de concentração entre os íons sódio ( $\text{Na}^+$ ) e potássio ( $\text{K}^+$ ), nos meios inter e extra celular. Quando um estímulo é suficiente para atingir o limiar de despolarização da membrana, os canais de sódio se abrem despolarizando a membrana, em seguida há a repolarização da mesma (GUYTON, 2006).

A velocidade com que ocorre esse mecanismo do potencial de ação depende de dois fatores: 1.o diâmetro da fibra nervosa, pois quanto maior o diâmetro, menor a resistência à passagem do impulso e maior será a velocidade de propagação do mesmo. 2.mielinização ou não da fibra, pois, por ser a bainha de mielina um isolante elétrico, ela não é capaz de conduzir os impulsos nervosos, forçando os mesmo a se propagarem de forma “saltatória” entre um nódulo de Ranvier e outro, o que aumenta a velocidade de propagação em relação aos axônios amielínicos que tem de propagar seu impulso durante todo o trajeto de seu axônio. Lembrando que nos locais onde há bainha de mielina, não há canais de sódio, ao contrário dos nódulos de Ranvier onde a concentração é intensa (BEAR, CONNORS & PARADISO, 2002).



O ponto de encontro entre dois neurônios é chamado de sinapse. Esta é composta de três partes: neurônio pré sináptico, fenda sináptica e neurônio pós sináptico. Ou seja, não há contato físico direto entre uma célula nervosa e outra (KANDEL, SCHWARTZ & JESSELL, 2003).

As sinapses podem ser elétricas ou químicas. As sinapses elétricas, conduzem eletricidade de uma célula para outra, através de junções comunicantes (*gap junction*). Essas sinapses acontecem na musculatura lisa e no músculo cardíaco e sua propagação é bidirecional. Na sinapse química o potencial de ação chega à extremidade pré sináptica, libera os neurotransmissores na fenda sináptica. Estes chegam até a extremidade pós sináptica, desencadeiam um potencial de ação que dará prosseguimento à propagação do impulso elétrico. É através das sinapses químicas que funciona o sistema nervoso central (BEAR, CONNORS & PARADISO, 2002).

Após compreender a estrutura que compõe o sistema nervoso e a forma como são propagadas as informações ao longo do mesmo é necessário entender sua divisão anatômica e funcional. Lembrando que essas divisões são simplesmente didáticas, pois o sistema nervoso e suas partes estão diretamente relacionadas umas às outras, sendo assim a comunicação permanente entre as estruturas.

O sistema nervoso é dividido em sistema nervoso central e sistema nervoso periférico. O sistema nervoso central (SNC) está localizado dentro do esqueleto axial e é subdividido em encéfalo e medula espinhal. O encéfalo é a porção do SNC que se localiza dentro do crânio neural e nele encontram-se o cérebro, o cerebelo e o tronco encefálico. Este último ainda é dividido em mesencéfalo, ponte e bulbo (MACHADO, 2006).

O sistema nervoso periférico (SNP) é a porção do sistema nervoso que encontra-se fora do esqueleto axial e é composto pelos nervos, que podem ser espinhais (quando partem ou chegam em alguma porção da medula espinhal) ou cranianos (quando partem ou chegam em alguma porção do encéfalo); composto ainda pelos gânglios e terminações nervosas (GUYTON, 2006).

De acordo com a função o sistema nervoso está dividido em sistema nervoso visceral e sistema nervoso somático. O sistema nervoso visceral é aquele que está diretamente relacionado às vísceras. Este sistema é dividido em vias aferentes, que conduzem as informações geradas nos viscerosceptores

até áreas específicas do SNC, e, vias eferentes. Estas últimas vias compreendem o sistema nervoso autônomo (SNA), que é dividido em simpático e parassimpático e é responsável por levar impulsos de certos centros nervosos até as vísceras (MACHADO, 2006).

O sistema nervoso somático faz a ligação entre o corpo e o meio externo e é composto, assim como o visceral, por vias aferentes e eferentes. As primeiras levam ao SNC informações captadas nos receptores periféricos, informando-o sobre posicionamento do corpo no espaço, temperatura, pressão, tato, entre outros. Já as vias eferentes, traçam o caminho inverso. Enviam informações do SNC aos órgãos efetores, ou seja, os músculos estriados esqueléticos, resultando em movimentos voluntários (GUYTON, 2006).

## 2.2 SISTEMA MOTOR

No organismo humano há dois tipos de musculatura: lisa e estriada. O músculo liso é aquele que forma, principalmente, o tubo digestivo e as artérias. Já o músculo estriado é subdividido em duas categorias: músculo estriado cardíaco e músculo esquelético. O primeiro é o músculo do coração, que possui contração rítmica e independente de qualquer inervação. O segundo está inserido aos ossos e os move nas articulações, movem os olhos, produzem a fala e as expressões faciais (BEAR, CONNORS & PARADISO, 2002).

Tortora e Grabowski (2002) utilizam-se de uma divisão diferente. Dizem que existem três tipos de tecidos musculares: esquelético (com a função de mover voluntariamente os ossos do esqueleto); cardíaco (controlado por um marcapasso, realiza contrações e relaxamentos involuntários; sendo que determinados tipo de hormônios ou neurotransmissores são os responsáveis ajustar a frequência cardíaca quando necessário); liso (localizados nas estruturas internas ocas como vasos sanguíneos, vias aéreas e grande parte dos órgãos da cavidade abdominal e pélvica). A musculatura cardíaca e lisa é controlada pelo sistema nervoso autônomo e por hormônios específicos, sendo que sua ação são sempre involuntária, ou seja, independe da vontade do indivíduo.

Para que ocorra a contração de um músculo estriado esquelético é necessário que três “estruturas” estejam íntegras: o trajeto nervoso o qual

conduz o impulso elétrico; a junção neuro muscular; e, a própria estrutura muscular. Pois se qualquer dessas estruturas estiver debilitada a contração não vai ocorrer de forma efetiva e, com isso, ou não haverá movimento algum das estruturas em questão, ou o movimento terá seu rendimento diminuído. Contudo é necessário entender todo o mecanismo que envolve o controle motor. Para tanto, a seguir serão descritas as estruturas envolvidas nesse processo.

### 2.2.1 CÓRTEX CEREBRAL

O córtex cerebral é a camada superficial do cérebro. Ela compreende de 2 a 4 mm de espessura e tem uma coloração cinza (isso devido ao fato de que é formada por corpos celulares de neurônios), por isso é chamada de substância cinzenta. Seu formato é peculiar, pois durante sua evolução embriológica há um determinado momento em que essa estrutura cresce demasiadamente e acaba por enrolar-se e dobrar-se sobre si mesma. Essas dobras recebem o nome de giros. Entre os giros formam-se fendas mais profundas, as fissuras, e fendas mais rasas, os sulcos. A fissura mais importante é chamada de fissura longitudinal e divide o cérebro em dois hemisférios: direito e esquerdo. Esses dois hemisférios são unidos por uma estrutura denominada corpo caloso, ela tem aspecto esbranquiçado pois é composta pelos axônios dos neurônios correspondentes ao córtex (TORTORA E GRABOWSKI, 2002).

Em cada um dos hemisférios cerebrais o córtex é dividido em quatro lobos, de acordo com a estrutura óssea do crânio que o recobre: frontal, parietal, temporal e occipital. Cada um desses lobos está relacionado à uma função específica: o lobo frontal é especializado no planejamento de ações e controle do movimento; o lobo parietal, com as sensações do corpo, formação da imagem corporal e a relação deste com o espaço externo; o lobo occipital é especializado na visão; e, o lobo temporal está relacionado com a audição e, de acordo com suas estruturas mais internas, com aspectos da aprendizagem, memória e emoção. Cada hemisfério cerebral é responsável por processos motores e sensórios do lado contra lateral do corpo (KANDEL, SCHWARTZ & JESSELL, 2003).

Há ainda uma divisão do córtex cerebral feita por Korbinian Brodmann no século XX ainda muito utilizada atualmente. Ele dividiu o córtex cerebral humano em 52 áreas distintas, baseado em estruturas celulares diversas e em arranjos característicos. Cada área é representada por um número e corresponde à uma função específica. Por exemplo, área 4 representa o córtex motor (movimentos voluntários), áreas 1, 2 e 3 representam o córtex somatossensorio primário, entre outros (KANDEL, SCHWARTZ & JESSELL, 2003).

### 2.2.2 NÚCLEOS DA BASE

Os núcleos da base são formados por alguns pares de núcleos, sendo que núcleo é um aglomerado de corpos celulares dentro do próprio SNC.

Tortora e Grabowski (2002) dividem os núcleos da base em: corpo estriado, formado pelo núcleo caudado e núcleo lentiforme, e, o núcleo lentiforme é ainda subdividido em putâmen (lateral) e globo pálido (medial).

Os núcleos da base recebem e enviam informações ao córtex cerebral, tálamo e hipotálamo. São de extrema importância para realização e controle do movimento do corpo, pois são eles que, através de suas estruturas específicas, controlam os movimentos automáticos da musculatura estriada esquelética (balanço do braço na marcha, riso ao ouvir uma piada, entre outros) e participam da manutenção do tônus muscular (OLIVEIRA et al, 2002).

### 2.2.3 CEREBELO

O cerebelo está situado logo atrás do cérebro e seu nome justamente significa “cérebro pequeno”. Hoje sabe-se que o cerebelo é composto por tantos neurônios quanto os hemisférios cerebrais, só que ao contrário deste, as funções cerebelares estão relacionadas ao lado ipsilateral do corpo, ou seja, o lado esquerdo do cerebelo controla e recebe informações do lado esquerdo do corpo, o mesmo acontece com o lado direito (BEAR, CONNORS & PARADISO, 2002).

As principais funções do cerebelo são a manutenção do equilíbrio e da postura, controle do tônus muscular, controle dos movimentos voluntários e aprendizagem motora (MACHADO, 2006).

#### 2.2.4 MESENCÉFALO

No sentido crânio-caudal o mesencéfalo (ou cérebro médio) estende-se do diencefalo até a ponte, constituindo 2,5 cm , aproximadamente. Por ele passam tratos (substância branca) e estão contidos núcleos (substância cinzenta) (TORTORA e GRABOWSKI, 2002).

Machado (2006) define a constituição anatômica do mesencéfalo da seguinte forma: uma porção dorsal, chamada tecto do mesencéfalo, e outra ventral, chamada pedúnculos cerebrais. Na porção ventral dos pedúnculos cerebrais distinguem-se as bases dos pedúnculos, por onde passam fibras descendentes dos tratos córtico-espinhais, córtico-nuclear e córtico-pontino, sendo que cada um deles está devidamente localizado e diferenciado.

A substância cinzenta do mesencéfalo, situada mais posteriormente, é composta por núcleos dos pares cranianos oculomotor (III), troclear (IV) e trigêmeo (V) (MACHADO, 2006).

#### 2.2.5 PONTE

No sentido crânio-caudal a ponte situa-se entre o cerebelo e o bulbo. Ela é responsável por conectar as partes do encéfalo entre si (TORTORA e GRABOWSKI, 2002).

Assim como o mesencéfalo, a ponte é formada por uma porção dorsal, ou tegmento da ponte, e por uma porção ventral, ou base da ponte. Na base da ponte são observadas estruturas como fibras longitudinais (que formam os tratos córtico-espinhais, córtico-nuclear e córtico-pontino); fibras transversas e núcleos pontinos (MACHADO, 2006).

Na ponte encontram-se os pares de nervos cranianos trigêmeo (V), abducente (VI), facial (VII) e vestibulo-coclear (VIII).

#### 2.2.6 BULBO

De acordo com Bear, Connors e Paradiso (2002) a estrutura que liga a ponte à medula espinhal pode ser chamada de bulbo raquídeo, medula oblonga ou simplesmente bulbo. Os axônios que descendem de estruturas mais craniais do que o bulbo e não terminam na ponte, continuam seu caminho caudalmente e fazem parte das pirâmides bulbares. A maioria desses axônios

origina-se no córtex cerebral e formam o trato córtico-espinhal. É no bulbo que ocorre a decussação das pirâmides, assunto que será melhor abordado posteriormente.

Pelo bulbo passam os tratos ascendentes (sensoriais) e descendentes (motores) que ligam a medula espinhal ao encéfalo. O bulbo também contém núcleos de entradas e saídas de informações de cinco dos doze pares de nervos cranianos: vestibulo-coclear (VIII), glossofaríngeo (IX), vago (X), acessório (XI), hioglosso (XII) (TORTORA e GRABOWSKI, 2002).

Tortora e Grabowski (2002) citam as pirâmides bulbares como notáveis proeminências externas, que são formadas pelos maiores tratos motores que passam do cérebro para a medula.

Núcleos associados com sensações somáticas como tato, vibração e propriocepção ficam localizados na parte posterior do bulbo, são eles o núcleo grácil e cuneiforme (Bear, Connors e Paradiso, 2002).

Os centros de controle de algumas funções vitais também estão localizados no bulbo, por exemplo, o centro cardiovascular que regula a força e a frequência dos batimentos cardíacos, além do diâmetro dos vasos sanguíneos; e a área respiratória rítmica do centro respiratório, que regula o ritmo básico da respiração. Existem ainda outros centros bulbares que controlam os reflexos do vômito, da tosse e do espirro (TORTORA e GRABOWSKI, 2002).

## 2.2.7 MEDULA ESPINHAL

De acordo com Machado (2006) a medula espinhal é uma massa em formato cilíndrico composta por tecido nervoso e que fica localizada dentro do canal vertebral. O limite cranial da medula é o bulbo e seu comprimento, em adultos, termina, geralmente, no nível da segunda vértebra lombar (L2). A extremidade final da medula tem formato de cone e por isso é chamada de cone medular. Ao final do segmento medular em L2 projeta-se a chamada cauda equina, que nada mais é do que a continuação das raízes nervosas dos últimos nervos espinhais (abaixo de L2).

Da medula espinhal partem 31 pares de nervos espinhais, os quais, no sentido crânio-caudal, emergem em intervalos regulares das colunas cervical (8 pares), torácica (12 pares), lombar (5 pares), sacral (5 pares) e coccígeo (1

par). Os nervos espinhais são divididos em pares, pois de cada segmento anteriormente citado encontram-se duas raízes do lado direito e duas raízes do lado esquerdo da medula espinhal. Uma dessas raízes chega à medula espinhal pelo corno posterior, ou dorsal, e é responsável pela entrada das informações vindas da periferia do corpo. Mas antes de entrarem na medula espinhal, os neurônios sensitivos fazem conexão com neurônios dos chamados gânglios da raiz (pequenas dilatações contendo corpos celulares dos neurônios sensoriais); essas informações após entrarem na medula espinhal seguem os tratos ascendentes até estruturas superiores do SNC, através dos neurônios sensitivos. Outra dessas raízes saem da medula espinhal pelo corno anterior, ou ventral. Essa raiz ventral contém informações eferentes que partem do córtex motor pelos tratos descendentes até o segmento específico e saem da medula em direção aos órgãos efetores do movimento (musculatura estriada esquelética). Esse trajeto é feito através dos neurônios motores (TORTORA e GRABOESKI, 2002).

Na medula espinhal a substância cinzenta está localizada dentro da substância branca, ou seja, a substância branca envolve a substância cinzenta. Assim como no córtex, na medula também há a relação entre a coloração e o tipo de estrutura encontrada ali. Ou seja, a substância cinzenta tem essa cor por ser constituída, principalmente, de corpos celulares neuronais; e a substância branca por ser constituída, principalmente, de axônios dos neurônios. Em corte transversal a substância cinzenta da medula espinhal tem um formato semelhante ao de uma borboleta com as asas abertas (BEAR, CONNORS & PARADISO, 2002).

As vias aferentes são aquelas que levam informações geradas na periferia do corpo, nos receptores periféricos, ao SNC. Esse trajeto é composto pelos seguintes elementos: o receptor: terminação nervosa sensível a um determinado tipo de estímulo; trajeto periférico: é um nervo espinhal ou craniano e um gânglio sensitivo anexo a esse nervo responsáveis por conduzir o estímulo captado pelo receptor até o SNC; trajeto central: quando adentram o SNC as fibras sensitivas agrupam-se em feixes de fibras, formando os tratos, fascículos ou lemniscos, de acordo com sua função; área de projeção cortical: local onde as fibras “terminam” seu trajeto e chegam ao córtex cerebral ou

córtex cerebelar, de acordo com a especificidade da via ascendente (MACHADO, 2006).

As vias sensoriais são compostas por milhares de neurônios divididos em três ordens. Os neurônios de primeira ordem conduzem os impulsos nervosos dos receptores somáticos até o tronco encefálico (nervos cranianos) ou a medula espinhal (nervos espinhais). Os neurônios de segunda ordem decussam no tronco encefálico ou da medula espinhal e ascendem destes até o tálamo. E, os neurônios de terceira ordem conduzem os impulsos do tálamo até a área somatossensorial do córtex (giro pós-central), onde ocorre a percepção consciente das sensações (GUYTON, 2006).

Os impulsos nervosos que entram pela medula espinhal ascendem até o córtex por meio de duas vias principais: 1. Via Coluna Posterior-Lemnisco Medial, responsáveis por informações como tato discriminativo, estereognosia (reconhecer por palpação, tamanho, forma e textura de objetos), propriocepção (reconhecer posicionamento do corpo) e cinestesia (reconhecer direção dos movimentos), discriminação de pesos e sensações vibratórias. 2. Via Antero-Lateral ou Espinotalâmica, responsáveis por impulsos de dor e temperatura, além de prurido e cócegas (TORTORA e GRABOESKI, 2002).

Os tratos que ascendem ao cerebelo são Trato espinocerebelar posterior e Trato espinocerebelar anterior. Eles são responsáveis por sensações proprioceptivas não conscientes que são fundamentais à manutenção do equilíbrio, postura e coordenação dos movimentos (TORTORA e GRABOESKI, 2002).

## 2.3 VIAS EFERENTES

De acordo com Machado (2006) as vias eferentes são divididas didaticamente em vias piramidais e vias extrapiramidais. As primeiras vias compreendem os Tratos Córtico-Espinhal e Córtico-Nuclear, assim como as áreas corticais relacionadas, e são responsáveis pelos movimentos voluntários. Já as vias extrapiramidais compreendem as demais vias motoras somáticas e são responsáveis pelos movimentos automáticos e pela regulação do tônus e postura.

As vias piramidais são assim chamadas, pois ao cursarem seu trajeto descendente passam por entre as pirâmides bulbares. Do contrário das vias



extrapiramidais não o fazem, pois seu trajeto envolve outras estruturas (núcleos da base, sistema límbico, tálamo, cerebelo, formação reticular, núcleos do tronco encefálico) (BEAR, CONNORS e PARADISO, 2002).

As vias extrapiramidais compreendem os seguintes tratos: 1. Rubro-Espinal: juntamente com o trato Córtico-Espinal controla a motricidade voluntária da musculatura distal dos membros. 2. Trato Tecto-Espinal: responsável pela movimentação da cabeça em resposta à estímulos visuais. 3. Trato Vestíbulo-Espinal: mantém o equilíbrio corporal ajustando o controle muscular mesmo quando o corpo sofre mudanças súbitas no espaço. 4. Trato Reticulo-Espinal: ajusta o grau de contração e colocação do corpo quando é necessário movimentos delicados dos membros distais (MACHADO, 2006).

As vias eferentes, diretas ou indiretas, são compostas, principalmente, de neurônios motores. Estes estão anatomicamente subdivididos da seguinte forma: 1. Neurônios Motores Superiores (NMS): seus corpos celulares compreendem o córtex cerebral motor. Seus axônios partem dele e passam pela cápsula interna do cérebro e descendem cada qual para um ponto determinado do tronco encefálico ou da medula espinal, de acordo com o trato o qual faz parte (NETTER, 2005). Sendo que, cerca de 90% deles decussam no bulbo. 2. Interneurônios: estão situados dentro do SNC e que fazem a conexão entre os neurônios motores superiores e neurônios motores inferiores (NMI). 3. Neurônios motores Inferiores (NMI): saem através dos nervos cranianos ou espinais e vão até a junção neuromuscular da musculatura estriada esquelética da face ou dos membros e tronco (GUYTON, 2006).

## 2.4 VIAS MOTORAS PIRAMIDAIAS OU DIRETAS

As vias piramidais ou diretas são compostas por dois tratos: Trato Córtico-Nuclear e Trato Córtico-Espinal.

O Trato Córtico-Nuclear difere-se do Trato Córtico-Espinal pois suas fibras saem ventralmente pelos nervos cranianos (e não pelos nervos espinais) e, diferentemente do Trato Córtico-Espinal, grande parte de suas fibras não decussam, ou sejam, têm inervação homolateral. Dessa forma alguns grupos musculares, que não podem ser contraídos de um único lado, estão representados bilateralmente no córtex, pois recebem inervação ipsi e

contra-lateral, por exemplo músculos da laringe, faringe, que fecham a mandíbula (masseter, temporal, entre outros) (MACHADO, 2006).

#### 2.4.1 TRATO CÓRTICO-ESPINHAL

Garcia *et al* (2007) citam que o Trato Córtico-Espinal (TCE) constitui o maior e mais importante sistema de fibras descendentes do cérebro humano, transmitindo os impulsos que controlam os movimentos voluntários.

As fibras do TCE tem origem no córtex cerebral, sendo que a grande maioria delas parte da área 4 (segundo classificação de Brodmann). Partindo do córtex descem pela coroa radiada e adentram a cápsula interna pela perna posterior. Atravessam o mesencéfalo passando pelas bases dos pedúnculos cerebrais e igualmente atravessam a ponte na sua porção ventral (base da ponte). Ao alcançarem o bulbo, os feixes de fibras formam uma protuberância, chamada de pirâmide bulbar. É nesse local que ocorre a decussação de, aproximadamente, 90% das fibras, fato esse que leva o hemisfério direito do córtex cerebral controlar a movimentação voluntária do lado esquerdo do corpo e vice-versa (GUYTON, 2006).

Em seguida da decussação no bulbo e no momento de entrada do TCE na medula espinhal há uma divisão do mesmo. As fibras que decussaram vão formar o Trato Córtico-Espinal Lateral, pois suas fibras seguem seu trajeto na porção lateral (direita e esquerda) da medula espinhal, na substância branca. Esse trato é responsável por controlar movimentos que dependem de habilidades dos membros, das mãos e dos pés (TORTORA e GRABOWSKI, 2002).

As fibras que não decussaram vão formar o Trato Córtico-Espinal Anterior, pois suas fibras seguem seu trajeto na porção anterior (direita e esquerda) da medula espinhal, na substância branca. Alguns dos NMS desse trato decussam no nível medular em que terminam e fazem sinapses com interneurônios, estes fazem sinapses com NMI do corno anterior da medula espinhal. O destino final deste trato é a inervação dos músculos do pescoço e tronco (TORTORA e GRABOWSKI, 2002).

A maioria das fibras motoras superiores do TCE faz sinapse com interneurônios, os quais, por sua vez, fazem sinapse com os neurônios motores inferiores, ou motoneurônios. Porém, algumas dessas conexões podem ser

diretas, ou seja, sinapse entre MNS e MNI, sem que haja interferência dos interneurônios (GUYTON, 2006).

O TCE não é a única via nervosa responsável pela realização dos movimentos voluntários, mas é a principal. Lesões nessa via podem causar incapacidade de realizar movimentos independentes de grupos musculares isolados, como por exemplo movimentos delicados, movimentos independentes dos dedos, oposição entre dedos e polegar, entre outros (MACHADO, 2006).

## 2.5 AS MAQUETES E SUA IMPORTÂNCIA NO ESTUDO DO SNC

As maquetes podem ser de vários tipos de acordo com o que visam representar (NACCA, 2010):

- Maquetes Topográficas: representam terrenos, loteamentos ou projetos paisagísticos;
- Maquetes de Edificações: representam uma ou mais estruturas construídas, de exterior ou interior, com grau variado de detalhe;
- Podem ainda ser de elementos ou projetos urbanos;
- Maquetes específicas: representam elementos de alguma área específica, como *design*, projeto de equipamentos, mobiliário, objetos, entre outros;

Quanto ao seu objetivo proposto, as maquetes podem ser definidas ainda como sendo (NACCA, 2010):

- Maquetes de estudo: executadas no início ou durante o processo de criação do projeto. Usada de auxílio para definição de formas, facilidade de execução ou mesmo viabilidade do projeto.
- Maquetes de Execução: de uso mais restrito, servem para estudo ou esclarecimento de algum elemento ou processo específico que pode vir a causar dificuldades na execução do projeto.
- Maquetes de Apresentação: para uso em concorrências, ou na comercialização de um projeto.
- Maquetes para Exposição: representam edificações históricas ou com relevante significado artístico ou social; assim como, em outras áreas, projetos de significativa importância (como um gasoduto, oleoduto,

uma plataforma de petróleo, entre outros), os materiais utilizados são mais nobres, duráveis e resistentes (KNOLL e HECHINGER, 2003).

Neste estudo do “SNC”, é utilizada a “maquete de específica de estudo”, que possibilitará aos estudantes uma melhor aprendizagem. Desta forma, terão que utilizar a criatividade e o conhecimento para realizar o estudo, e como resultado terão algo palpável, o que contribui, para uma melhor familiarização do assunto em questão e conseqüentemente trará um maior aprendizado (KNOLL e HECHINGER, 2003).

### 2.5.1 CONTRIBUIÇÃO DA MAQUETE PARA O APRENDIZADO

É a partir dos anos 80 que no Brasil o Construtivismo começa a ser difundido e estudado de modo mais intenso, servindo até mesmo como base teórica à reorganização do ensino, tanto do ponto de vista estrutural como também pedagógico. Este fato pode ser considerado novo, tendo em vista a tradição brasileira em educação, de assimilar “novidades” por vias conservadoras (AZENHA, 2002).

A raiz do Construtivismo, que é uma teoria de aprendizagem mais recente, encontra-se na filosofia do séc. XVIII, sendo então gerada pela mentalidade iluminista, “fiel defensor da capacidade humana de guiar-se pela razão e, através dela, criar e recriar o mundo, buscando em Sócrates a inspiração para um modelo metodológico construtivista” (ROSA, 2000). Logo, o Construtivismo concebe o homem como “interacionista”, não o reduzindo apenas a tendências inatistas ou empiristas, mas sim como um ente em potencial para entender o conhecimento como resultante das interações do sujeito (PIAGET, 1974).

“Na concepção construtivista, o sujeito aprende quando é capaz de elaborar uma representação pessoal sobre um objeto da realidade ou conteúdo que pretendemos aprender” (COLL e SOLE, 2004).

Uma das formas que pode facilitar o trabalho é ter como base, o construtivismo, isto é, levar os alunos a superarem as hipóteses existentes e construir novas teorias, novos conhecimentos (CASTORINA, 2000). A partir do século XX, começou-se o debate de que todo conhecimento desenvolvido dentro da escola deve ser construído pelos alunos, e o professor, precisa

mediar esse conhecimento para que seja um ser ativo na sociedade. Assim, só se aprenderia o que fosse demandado por uma necessidade, o que passar disso é imposição (AUSUBEL, 2000).

De acordo com Piaget, o humano aprende assimilando a realidade, acomodando os esquemas e as operações de sua mente para novas assimilações (PIAGET, 1974 e PIAGET, 1996).

Ausubel (2000) relata que a “assimilação conceitual” é uma boa forma de aprendizado. Afirmar, que aprendemos por meio de um objeto, provando que as pessoas só aprendem sobre um determinado assunto após terem uma experiência, sendo esta, uma construção de artefato e até relação de uma história ou objeto.

Piaget diz que aprender é conquistar por si mesmo o saber, com a realização de pesquisas e a partir do esforço espontâneo. Quando o aluno compreende em vez de memorizar, ele se torna capaz de raciocinar. Ainda relata que é no contato com o mundo que a matéria bruta do conhecimento é absorvida, pois é no processo de construções sucessivas resultantes da relação sujeito-objeto que o indivíduo vai formar o pensamento lógico (AZENHA, 2002 e VYGOTSKY, 1991).

Segundo Moraes (1997) é muito importante a utilização de novos métodos para o estudo. A ação entre o sujeito e o meio apresenta um grande destaque para essa inovação. Isso trará um equilíbrio no processo de aprendizagem e este, deixará de ser uma mera transmissão de conhecimento. *“É necessário levar o indivíduo a “aprender a aprender”, que se manifesta pela capacidade de refletir, analisar e tomar consciência do que sabe, dispor-se a mudar os próprios conceitos, buscar novas informações, substituir velhas “verdades” por teorias transitórias, adquirir os novos conhecimentos que vêm sendo requeridos pelas alterações existentes no mundo, resultantes da rápida evolução das tecnologias da informação”.*

Perrenoud (2000) relata que para se obter sucesso com o processo de aprendizagem devem-se utilizar alguns princípios e um deles é fazer uso de um dispositivo para o ensino. E este pode ser a maquete, pois exigirá dos alunos, atenção, dedicação, estudo, planejamento e criatividade.

Para que exista uma educação verdadeira e com resultados, o conhecimento deve ser trabalhado a partir da disponibilidade da informação

externa e a possibilidade da construção interna, sendo esta a função e definição do construtivismo (FREITAS, 2000). O professor deve saber de que forma o aluno esta construindo seu conhecimento. Isso, a partir de uma observação, e atuando como direcionador dos seus alunos, partindo do pressuposto que o conhecimento não deve ser apenas uma cópia, e sim uma construção por meio da prática do real (WEISZ, 1996).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho, para revisão de literatura usava-se o método científico e dentro dele o modelo dedutivo, no qual, conforme Lakatos e Marconi (2008), a necessidade de explicação não reside nas premissas, mas ao contrário, na relação entre as premissas e a conclusão.

Assim, o trabalho é baseado na técnica de documentação indireta abrangendo a pesquisa documental e bibliográfica em livros, artigos de revistas, jornais, e *web sites* que tratam do assunto em questão de modo a comprovar todas as premissas apontadas no seu discorrer (LAKATOS E MARCONI, 2008).

Optou-se por construir uma maquete de estudo, a qual levou 4 meses para ser finalizada, devido à contra temos e dificuldades ao longo da construção.

Para a confecção da maquete foram utilizados os seguintes materiais: 1 borracha; 1 cano de PVC 20 mm com 3 m de comprimento; 5 cartolinas brancas; 1 chave de fenda; 1 tubo de cola branca; 1 tubo de cola de isopor; 1 tubo de cola super bonder; 1 fita adesiva; 1 estilete; 10 encaixes para cano de PVC de 20 mm; 6 folhas de papel sulfite; 4 placas de isopor de 40 mm; 10 m de fio de alumínio de cor azul; 10 m de fio de alumínio de cor verde; 1 lápis preto; 3 m de papel contact transparente; 2 m de papel contact preto; 2 pincéis; 1 régua; 1 tesoura; 5 tubos de tinta guache: azul, amarelo, verde, vermelho e preto; 1 m de velcro.

#### 3.1 ETAPAS DA CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

Primeira etapa – definição da figura a ser representada: Neste trabalho adaptou-se de Machado (2006) as imagens sobre o trajeto do trato córticoespinhal e demais estruturas do sistema nervoso (córtex, mesencéfalo, ponte, bulbo, medula espinhal).

Segunda etapa – ampliação do desenho: Depois de definida a imagem, ela teve de ser ampliada para poder ser construída. A representação de cada corte transversal foi posta em um quadro de 5 x 5 cm<sup>2</sup>, quadriculado em 100

quadrados menores de  $0,5 \times 0,5 \text{ cm}^2$ . Utilizamos 5 cartolinas de mesma metragem para projetar a imagem do livro. Em cada cartolina foi feito um quadrado de  $50 \times 50 \text{ cm}^2$ , dividido em outros 100 quadrados menores de  $5 \times 5 \text{ cm}^2$ . Sendo que cada quadrado de  $0,5 \times 0,5 \text{ cm}^2$  da imagem do livro foi correspondido na cartolina por um quadrado de  $5 \times 5 \text{ cm}^2$ , resultando uma escala de 1:10. Optou-se por essa proporção, pois o resultado encontrado foi um tamanho ótimo para a visualização final das estruturas a serem representadas. Depois de feitas as quadriculações, o desenho foi então passado para a cartolina Figura 1.



Figura 1: Quadriculações e desenho na cartolina

Terceira etapa – projeção do desenho da cartolina para a placa de isopor: Depois de pronto o desenho ampliado foi sobreposta uma folha sulfite sobre o mesmo com o objetivo de traçar o contorno e o formato da figura, para posteriormente ser passado para o isopor. Com a folha sobreposta, contornamos o desenho e obtivemos na folha sulfite o contorno do desenho. Assim foi com cada uma das cinco imagens, Figuras 2 e 3.





Figura 2: projeção do desenho

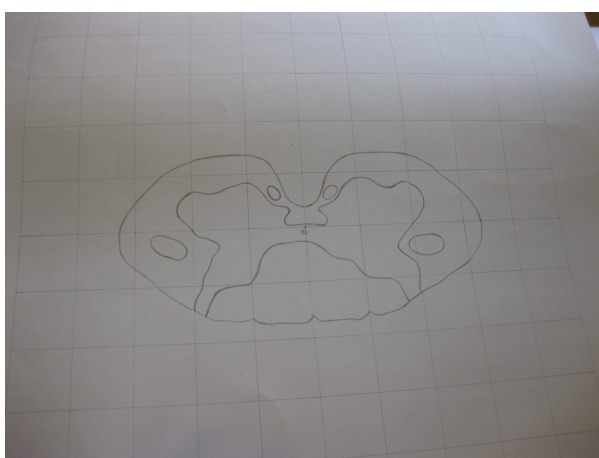


Figura 3: resultado da projeção do desenho

Quarta etapa – recorte da folha sulfite: Depois de prontos, os contornos foram recortados sobre a linha desenhada.

Quinta etapa – marcação na placa de isopor: O contorno recortado foi posto sobre o isopor e suas delimitações foram riscadas, deixando o isopor riscado com o formato do desenho das estruturas a serem representadas. Figura 4.

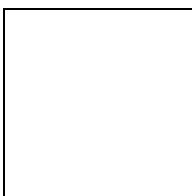


Figura 4: marcação na placa de isopor

Sexta etapa – corte do isopor: Para otimizar o corte do isopor, aquecemos o estilete, figura 5. Depois de aquecido este era passado sobre o risco feito no isopor. O estilete era aquecido a cada pequeno corte, até que cada estrutura ficasse de acordo com a imagem correspondente na cartolina. Figura 6.

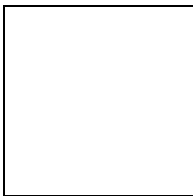


Figura 5: aquecer o estilete para otimizar o corte do isopor

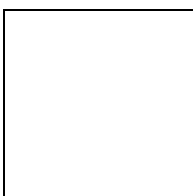


Figura 6: corte do isopor

Sétima etapa – perfuração do isopor: Os locais por onde o trato córticoespinal iriam passar (correspondendo a cada corte a ser representado) foram perfurados aquecendo-se uma chave de fenda (mas poderia ter sido utilizada qualquer objeto cilíndrico, com diâmetro de no máximo 5 mm). Figuras 7 e 8.

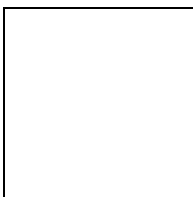


Figura 7: perfuração do isopor

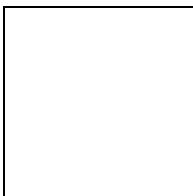


Figura 8: perfuração do isopor

Oitava etapa – pintura dos cortes de isopor: Depois de cortadas as estruturas foram pintadas com tinta guache, sendo que cada superfície recebeu duas camadas de tinta. Cada estrutura também foi representada por uma cor diferente, figuras 9, 10, 11, 12 e 13:

- O córtex cerebral foi pintado em duas cores: borda em preto (representa os corpos celulares dos neurônios situados no córtex) e o meio em amarelo (representa os axônios dos neurônios descendentes), com três estruturas diferenciando a cápsula interna, sendo que duas delas foram pintadas de azul e uma de vermelho;
- O mesencéfalo foi pintado em azul e o local por onde passa o trato córticoespinal recebeu coloração amarela;
- A ponte foi pintada de verde e o local por onde passa o trato córticoespinal recebeu coloração vermelha;
- O bulbo foi pintado de vermelho e o local por onde passa o trato córticoespinal recebeu coloração azul;
- Na medula espinhal, o branco representa a substância cinzenta da medula; o amarelo representa a substância branca; o verde representa o trato córticoespinal lateral; e, o azul representa o trato córticoespinal anterior.

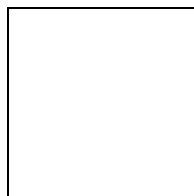


Figura 9: preparação para pintar as placas de isopor

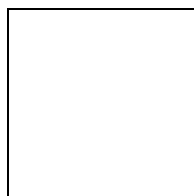


Figura 10: pintando as placas de isopor

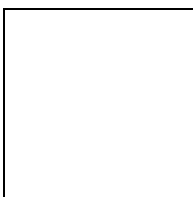


Figura 11: pintando as placas de isopor

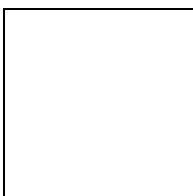


Figura 12: pintando as placas de isopor

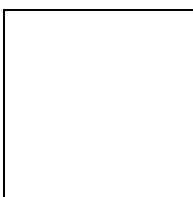


Figura 13: resultado das pinturas das placas de isopor

Nona etapa – revestimento dos cortes de isopor: Como o intuito de tornar as estruturas menos frágeis, as mesmas foram revestidas com papel contact. Os locais marcados por onde desce o trato córtico espinhal foi furado com estilete e o acabamento feito de forma a retirar o excesso de papel contact. Figura 14.

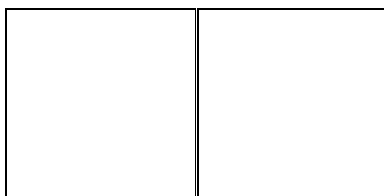


Figura 14: revestimento das placas de isopor com papel contact

Décima etapa – preparação da estrutura: Do cano de PVC foram cortados seis pedaços de 10 cm e dois pedaços de 20 cm, figura 15. As duas extremidades

de cada pedaço foram lixadas. Após lixados, todos os 8 cortes de cano PVC foram encapados com papel contact de cor preta, figura 16.

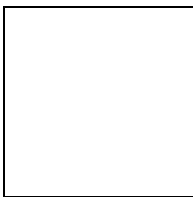


Figura 15: corte do cano

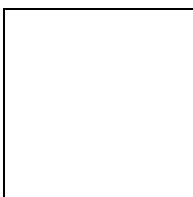


Figura 16: cano sendo lixado

Décima primeira etapa – marcação das placas de isopor para colocação dos encaixes: na devida ordem (córtex, mesencéfalo, ponte, bulbo e medula), as placas de isopor foram sobrepostas para marcação alinhada de onde seriam fixados os encaixes dos canos de PVC. Primeiramente foi feita a marcação entre córtex e mesencéfalo, seguida de mesencéfalo e ponte, ponte e bulbo e bulbo e medula. Figuras 17, 18 19 e 20.

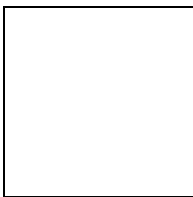


Figura 17: marcação das placas de isopor para colocação dos encaixes

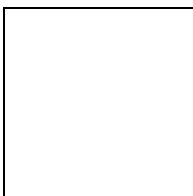


Figura 18: marcação das placas de isopor para colocação dos encaixes

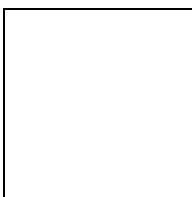


Figura 19: marcação das placas de isopor para colocação dos encaixes

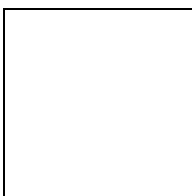


Figura 20: marcação das placas de isopor para colocação dos encaixes

Décima segunda etapa – colocação dos encaixes nas placas de isopor: depois de devidamente marcados os lugares de colocação dos encaixes, a chave de fenda foi novamente aquecida e o isopor foi furado na medida exata da marcação, de modo que o encaixe do cano atravessasse pela placa de isopor de forma justa. Em seguida, os encaixes foram colados com cola de isopor, sendo necessário 24 horas para fixação efetiva do encaixe na placa de isopor. Figuras 21 e 22.

Décima terceira etapa – fabricação das estruturas que vão representar o trato córtico espinhal: Seis cubos de isopor de 3 cm<sup>3</sup> foram cortados com a mesma técnica de aquecimento do estilete e também foram devidamente encapados com papel contact de cor preta. Em uma das superfícies de cada cubo foram coladas, com cola super bonder, 1 fio de arame de alumínio para artesanato de cor azul e 1 de cor verde e, para melhor fixação dos mesmos, foi colado um pedaço de papel contact de cor preta e, posteriormente, foi colado um pedaço de 2 cm<sup>2</sup> da extremidade “fêmea” de velcro, também com cola super bonder. Figura 23.

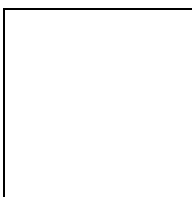


Figura 21: colocação dos encaixes nas placas de isopor

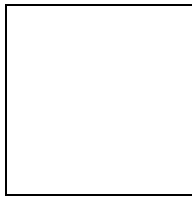


Figura 22: colocação dos encaixes nas placas de isopor

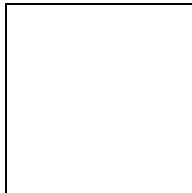


Figura 23: fabricação das estruturas que vão representar o trato córtico espinhal

Décima quarta etapa – estruturas que delimitam a cápsula interna: Depois de devidamente encapadas com papel contact transparente as estruturas que irão delimitar a cápsula interna no córtex, foi colado na superfície de cada uma delas uma faixa de papel contact preto e uma extremidade “fêmea” de velcro de mesmo tamanho colada, com cola super bonder, em cima do papel preto. Observação: não é possível colar o velcro com a cola super bonder diretamente no papel contact transparente, pois não há fixação, por isso colar o papel contact preto antes, pois a fixação é ideal. Figura 24.

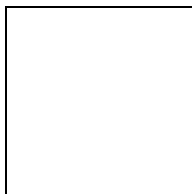


Figura 24: estruturas que delimitam a cápsula interna

Décima quinta etapa – fixação das estruturas móveis: as estruturas móveis da maquete são as duas peças azuis e a vermelha que delimitam a cápsula interna do córtex e os seis cubos com os fios de alumínio que representam o trato córtico espinhal. Todas elas serão fixadas por velcro. As extremidades “fêmeas” do velcro já foram coladas nas estruturas, sendo que as extremidades “macho” estarão fixas na maquete na região preta que representa o córtex. Figuras 25, 26 e 27.

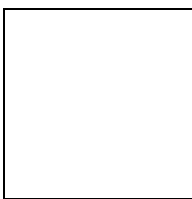


Figura 25: fixação das estruturas móveis

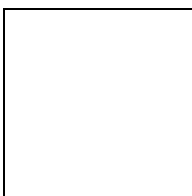


Figura 26: fixação das estruturas móveis

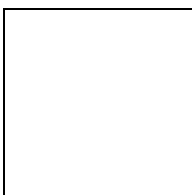


Figura 27: fixação das estruturas móveis

Décima sexta etapa – montagem da maquete: a medula é a parte mais inferior da maquete, portanto inicia-se por ela. Entre a medula e o bulbo ficaram os canos com cortes de 20 cm. Fixam-se os canos, um em cada encaixe, e, em seguida, o bulbo. Depois de fixado o bulbo, mais um cano em cada encaixe, esses de 10 cm cada um, e sobre eles a placa representando a ponte. Nos encaixes da ponte mais dois canos de 10 cm e encaixados neles o mesencéfalo, que, por mais dois canos de 10 cm sustentará o córtex.

Depois de montada a estrutura fixa-se então a estrutura vermelha e as duas azuis em seus devidos lugares. Por fim, os cubos pretos (representando os corpos celulares) são fixados na região preta do córtex e seus fios descendem por entre as estruturas já identificadas com cores diferentes. Sendo que, entre a medula e o bulbo há a decussação de parte dos fios (que representam as fibras nervosas). Figuras 28 a 38.

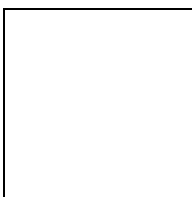


Figura 28: montagem da maquete



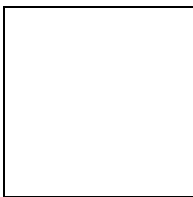


Figura 29: montagem da maquete

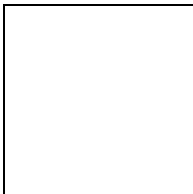


Figura 30: montagem da maquete

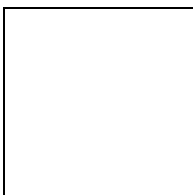


Figura 31: montagem da maquete

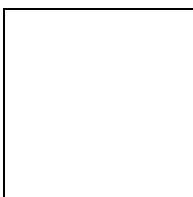


Figura 32: montagem da maquete

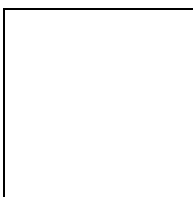


Figura 33: montagem da maquete

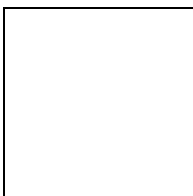


Figura 34: montagem da maquete

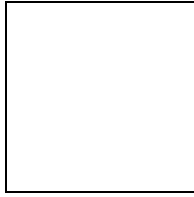


Figura 35: montagem da maquete

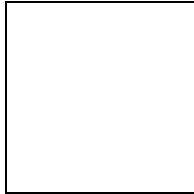


Figura 36: resultado da maquete

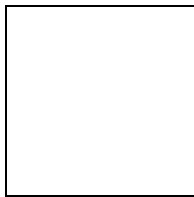


Figura 37: resultado da maquete

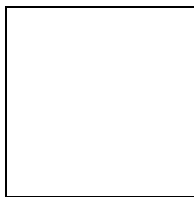


Figura 38: resultado da maquete

#### 4. DISCUSSÃO

Quando da realização de um estágio obrigatório do 7º e 8º período da graduação em fisioterapia, deparamo-nos com uma área que exigia a compreensão da neurologia como um todo, e, dentro dela, as vias e tratos ascendentes e descendentes do sistema nervoso central. Foi então que surgiu a idéia do presente estudo: aprofundar o estudo da mesma e encontrar uma forma de otimizar a compreensão acerca do tema. Como era necessário especificarmos o objeto de estudo, optamos, então, pelo Trato Córtico Espinhal e decidimos que, além do estudo bibliográfico representaríamos o mesmo através da construção de uma maquete.

Meios mais modernos, como *softwares* por exemplo, estão disponíveis no mercado. Mas entendemos que a maquete, além de se tornar um produto feito por nossas mãos é algo palpável. A teoria construtivista, diferente das propostas tradicionais, foca e exalta o sujeito como peça central na construção do seu saber, não o delimitando apenas como um ente passivo em que simplesmente se depositam informações, mas ao contrário disso ele é visto como alguém ativo e que participa na construção do seu próprio saber (FREITAS, 2000).

Na verdade o que se pretende é proporcionar um ambiente de liberdade para que os estudantes possam se expressar e dirigir suas ações de acordo com seus interesses, porém a visão tradicional confunde esse método com falta de limites, regras e ausência de direção, onde ao final não se chegará a lugar algum. Na verdade “a liberdade do estudante não invade a necessária autonomia e autoridade do professor de organizar e administrar o tempo, o espaço e as condições em que deve ocorrer a aprendizagem” (ROSA, 2000).

O preparo da maquete tornou-se uma realização de aula prática, pois o mesmo constitui-se de modelo e roteiro, como também retrata de forma palpável o que as ilustrações e textos complexos descrevem nos livros e até em alguns softwares.

Como obtivemos êxito ao pôr em prática a idéia inicial do trabalho, pois o objetivo maior (que era a compreensão acerca do tema) foi atingido, sugerimos que outras idéias semelhantes sejam desenvolvidas. Não só sobre o sistema

nervoso central e suas estruturas, mas sobre todos os outros sistemas complexos dentro do organismo humano.

Fiorentini (1994) relata que algo importante neste processo de construção é elaborar um projeto norteador antes de tudo, até da escrita do próprio artigo, e também a necessidade de se ter clareza dos objetivos no desenvolvimento da atividade e ser desenvolvida de modo a valorizar a reflexão e discussão antes de tomada de decisões.

## 5. CONCLUSÃO

Por esta experiência observou-se que aprender de forma mais dinâmica é muito recompensadora, principalmente quando se participa ativamente de todo o processo de construção do conhecimento.

Observamos também que, por mais que existam meios mais modernos ou diferentes disponíveis para estudo, é importante que cada um, sujeito da construção do seu próprio saber, encontre sua forma individual de construir seu conhecimento, pois isso trará sentido à busca.

Quando foi necessário que os sujeitos fabricantes da maquete realmente a pusessem em prática percebeu-se que sua atenção e busca pelo entendimento topográfico e anatômico de todas as estruturas em questão foi redobrado, tendo-se a necessidade de, de fato, compreendê-las, ou, caso contrário, não conseguiriam realizar a temática proposta no presente trabalho.

A maquete contribui e facilitou muito a compreensão do tema, sendo possível fazer um *link* entre esse conhecimento técnico e a prática clínica com os pacientes.

Contudo, houve uma soma de conhecimentos: os que vieram com a pesquisa bibliográfica e os que vieram com a construção da maquete, resultando em uma forma ótima e eficaz, além de descontraída, de se aprender sobre o sistema nervoso central, mais especificamente o trato córtico espinhal.

## REFERÊNCIAS

AZENHA, Maria da Graça. **Construtivismo: de Piaget a Emilia Ferreiro**. São Paulo: Ática, 1997, 2002.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Ed. Paralelo, 2000.

BEAR, M F; CONNORS, B W; PARADISO, M A. **Neurociências – desvendando o sistema nervoso**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

CASTORINA, José Antônio et alii. Piaget Vygotsky: **Novas Contribuições para o Debate**. 5 ed. São Paulo. : Ática, 2000.

COLL, C. E SOLÉ, I. **Os professores e a concepção construtivista**. Em: Coll, C. (Ed.) **O Construtivismo na Sala de Aula**. São Paulo: Ática, 2004.

FIORENTINI, D. **Rumos da Pesquisa Brasileira em Educação Matemática**. Campinas(SP): FE/UNICAMP, 1994. (Tese de Doutorado em Educação: Metodologia de Ensino).

FREITAS, M.T.A. de. **Vygotsky e Bakhtin: Psicologia e Educação: um intertexto**. São Paulo: Editora Ática, 2000.

GARCIA, Larissa Nery et al . **Relação entre degeneração do trato córtico-espinhal através de ressonância magnética e escala funcional (ALSFRS) em pacientes com esclerose lateral amiotrófica**. Arq. Neuro-Psiquiatr., São Paulo, v. 65, n. 3b, Sept. 2007.

GUYTON, Arthur C. **Anatomia e fisiologia do sistema nervoso**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 2006.

KANDEL, E R; SCHWARTZ, J H; JESSELL, T M. **Princípios da Neurociência**. 4 ed. Barueri, SP: Manole, 2003.

KNOLL, W.; HECHINGER M. **Maquetes arquitetônicas**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MACHADO, A.B.M. **Neuroanatomia funcional**. 2. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2006.

MORAES, M.C. **O Paradigma Educacional Emergente**. 4 ed. São Paulo: Papyrus, 1997.

NACCA, Regina Mazzocato. **Maquetes & Miniaturas** - Técnicas de Montagem Passo - a - passo São Paulo: Giz editorial, 2010.

NETTER, Frank H. **Atlas de neurociência humana de Netter**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

OLIVEIRA, Claudia Eunice Neves de; SALINA, Maria Elisabete; ANNUNCIATO, Nelson Francisco. **"Neuroplasticidade: fundamentos para a reabilitação do paciente neurológico adulto"**.. Fisioterapia em Movimento, Curitiba: v.14, n.2, p.11-20 , , out.2001/mar.2002.

PERRENOUD, P. **Dez Novas Competências para Ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

PIAGET, Jean; GRECO, Pierre. **Aprendizagem e conhecimento**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974.

PIAGET, JEAN 1896-1980. **Biologia e conhecimento: ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos**. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 1996.

TORTORA, G J; GRABOWSKI, S R. **Princípios de Anatomia e Fisiologia**. 9 ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2002.

VYGOTSKY, L.S. **Psicologia e Pedagogia: Pensamento e Linguagem**. 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

WEISZ, Telma. **O diálogo entre o ensino e a aprendizagem**. São Paulo, Ática, 1996.